

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s) : Masaki TAKASAN, Yoshikazu KOIKE, and Sadayuki UEHA
Serial No : TBA
Filed : October 25, 2001
For : APPARATUS FOR TRANSPORTING LEVITATED OBJECTS

#7
3-2
6.10.02



CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Box Patent Application - FEE
COMMISSIONER FOR PATENTS
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55 applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application:

Application filed in : JAPAN
In the name of : Masaki TAKASAN, et al.
Serial No. : 2000-326802
Filing Date : October 26, 2000

Application filed in : JAPAN
In the name of : Masaki TAKASAN, et al.
Serial No. : 2000-326803
Filing Date : October 26, 2000

[X] Pursuant to the Claim to Priority, applicants submit duly certified copies of Japanese Serial No(s) 2000-326802; and 2000-326803.

Respectfully submitted,

Date: October 25, 2001

Steven F. Meyer
Registration No. 35,613

CORRESPONDENCE ADDRESS:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, New York 10154
(212) 758-4800
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1036 U.S. PTO
10/028096
10/25/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-326803

出 願 人

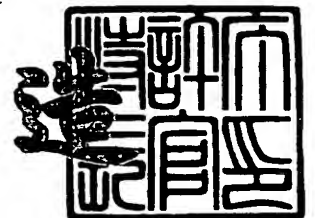
Applicant(s):

株式会社豊田自動織機

2001年 9月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3083759

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY20001988

【提出日】 平成12年10月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B06B 1/02

【発明の名称】 物体浮揚装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動
織機製作所 内

【氏名】 高三 正己

【発明者】

【住所又は居所】 東京都町田市金森1793-635

【氏名】 上羽 貞行

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区上倉田町1957-60 インテ
ィーム戸塚302号室

【氏名】 小池 義和

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社 豊田自動織機製作所

【代理人】

【識別番号】 100068755

【住所又は居所】 岐阜市大宮町2丁目12番地の1

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【電話番号】 058-265-1810

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木二丁目 1 0 番 4 号 新宿辻ビル 8
階

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【電話番号】 03-5365-3057

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9721048

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 物体浮揚装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の振動体を複数の励振手段で励振させて、振動体からの音波の放射圧により振動体の表面上において物体を浮揚させる物体浮揚装置であって、

前記励振手段を構成する振動子に超磁歪材を使用するとともに、複数の振動子の電源を共通にした物体浮揚装置。

【請求項 2】 前記各振動体を励振させる励振手段には、前記振動体を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための調整手段が設けられている請求項 1 に記載の物体浮揚装置。

【請求項 3】 複数の振動体を複数の励振手段で励振させて、振動体からの音波の放射圧により振動体の表面上において物体を浮揚させる物体浮揚装置であって、

前記励振手段を構成する振動子に圧電素子を使用するとともに、各励振手段に前記振動体を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための調整手段を設け、複数の振動子の電源を共通にした物体浮揚装置。

【請求項 4】 前記各振動体は定在波を発生させるように振動される請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の物体浮揚装置。

【請求項 5】 前記各振動体は長尺の平板状に形成されるとともに互いに平行に配置され、前記励振手段は各振動体から進行波が発生するように構成されている請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の物体浮揚装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば音波等の放射圧を用いて物体を浮揚させる物体浮揚装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

物体を空中に浮揚させる物体浮揚装置として、振動手段により振動される振動体の音波の放射圧により振動体の表面上において物体を浮揚させる物体浮揚装置が特開平 7 - 2 4 4 1 5 号公報、特開平 7 - 1 3 7 8 2 4 号公報、特開平 9 - 2 0 2 4 2 5 公報等の開示されている。これらの装置では平板状の振動体を使用し、浮揚させるべき物体の前記平板状の振動体の表面と対向する面を平面とし、振動体の振動による音波の放射圧により物体が浮揚する。また、浮揚した物体に空気を噴射したり、前記振動体で進行波を発生させて浮揚した物体を移動させる物体搬送装置も開示されている。

【 0 0 0 3 】

特開平 9 - 2 0 2 4 2 5 号公報には、平行に配置された複数の振動体に進行波を発生させて、物体を浮揚状態で搬送する物体搬送装置が開示され、振動子を駆動する発振器を共用することが開示されている。

【 0 0 0 4 】

また、物体を浮揚状態で搬送する方法として、台車に物体浮揚装置を装備して該物体浮揚装置を移動させる方法がある。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

前記各物体浮揚装置では、振動子として圧電素子（ピエゾ素子）を使用したランジュバン形振動子が使用されている。圧電素子を使用した振動子では、共振周波数で振動子を励振させることで、振動体を必要な強さ（振幅）で振動させる。振動体を複数平行に配置する構成では振動系が複数必要になり、振動子も複数必要になる。そして、物体を安定した状態で浮揚させるには、各振動系を同期して互いに同じ強さで振動させる必要がある。ところが、各振動系毎に励振部の電源を別に設けると、コストが高くなる。従って、励振部の電源を共通にするのが望ましい。

【 0 0 0 6 】

しかし、圧電素子を使用した振動子では、部品の製造及び組み付けの誤差により、各振動系を完全に同一にすることは難しい。従って、各振動系の共振周波数が微妙に異なる場合が生じ、振動子（励振部）の電源を共通にすると各振動系の

振動体による物体の浮揚作用が安定して行われなかった場合がある。

【0007】

本発明は前記の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は複数の振動系を使用して物体を浮揚させる際に、振動子の電源を共通にしても物体を安定した状態で浮揚させることができる物体浮揚装置を提供する複数の振動系を使用して物体を浮揚させる際に、振動子の電源を共通にしても物体を安定した状態で浮揚させることができる物体浮揚装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、複数の振動体を複数の励振手段で励振させて、振動体からの音波の放射圧により振動体の表面上において物体を浮揚させる物体浮揚装置であって、前記励振手段を構成する振動子に超磁歪材を使用するとともに、複数の振動子の電源を共通にした。

【0009】

従って、この発明では、励振手段で励振される複数の振動体からの音波の放射圧により、振動体の表面上において物体が浮揚される。振動子に超磁歪材が使用されているため、振動子は供給される電流量に比例して振動が大きくなる。従って、圧電素子を使用した振動子の場合と異なり、複数の振動系で部品の製造及び組み付けの誤差があっても、各振動子の電源を共通にすることにより、各振動体を物体が安定した浮揚状態となるほぼ同じ強さで振動させることができる。

【0010】

請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明において、前記各振動体を励振させる励振手段には、前記振動体を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための調整手段が設けられている。この発明では、調整手段の調整により各振動系の共振周波数を同じに調整できるため、共振周波数を同じに調整することで、物体の浮揚がより安定して行われる。

【0011】

請求項3に記載の発明では、複数の振動体を複数の励振手段で励振させて、振動体からの音波の放射圧により振動体の表面上において物体を浮揚させる物体浮

揚装置であって、前記励振手段を構成する振動子を圧電素子で形成するとともに、各励振手段に前記振動体を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための調整手段を設け、複数の振動子の電源を共通にした。

【 0 0 1 2 】

この発明では、励振手段で励振される複数の振動体からの音波の放射圧により、振動体の表面上において物体が浮揚される。各振動子の電源が共通のため、物体を安定した浮揚状態とするには、各振動系の共振周波数を正確に合わせる必要がある。複数の振動系で部品の製造及び組み付けの誤差があっても、各振動系に設けられた調整手段の調整により、各振動系の共振周波数を正確に合わせることが可能になり、各振動体を物体が安定した浮揚状態となるほぼ同じ強さで振動させることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に記載の発明では、請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の発明において、前記各振動体は定在波を発生させるように振動される。この発明では、物体は振動体から発生する定在波によって、所定の位置で安定した状態で浮揚される。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 に記載の発明では、請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の発明において、前記各振動体は長尺の平板状に形成されるとともに互いに平行に配置され、前記励振手段は各振動体から進行波が発生するように構成されている。この発明では、物体は振動体から発生する進行波によって、浮揚状態で振動体に沿って安定した状態で搬送される。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

(第 1 の実施の形態)

以下、本発明を物体を浮揚させた状態で搬送する物体浮揚装置（物体浮揚搬送装置）に具体化した第 1 の実施の形態を図 1 及び図 2 に従って説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、物体浮揚搬送装置 1 は複数（この実施の形態では 2 個）の

長尺の振動体 2 a, 2 b を備えている。両振動体 2 a, 2 b は同じ大きさの矩形平板状に形成されるとともに、互いに平行に配置されて、搬送すべき物体 3 を両者で共同して浮揚保持するようになっている。各振動体 2 a, 2 b には励振手段を構成するホーン 4 a, 4 b が、その先端において図示しないネジにより締結されている。ホーン 4 a, 4 b は扁平なほぼ直方体状に形成され、各振動体 2 a, 2 b に対してその長手方向両端部において長手方向と直交する状態で取付けられている。

【 0 0 1 7 】

各ホーン 4 a, 4 b は振動体 2 a, 2 b が締結される面の反対側の面において振動子 5, 6 に固定されている。ホーン 4 a, 4 b の先端面は振動子 5, 6 の軸方向と直交する平面に形成され、ホーン 4 a, 4 b 及び振動子 5, 6 の中心軸が鉛直方向に延びる状態で配置されている。振動子 5, 6 はそれぞれベースプレートに支持ブラケット（いずれも図示せず）を介して固定されている。

【 0 0 1 8 】

振動体 2 a, 2 b を励振するため、振動体 2 a, 2 b の一端（図 1 における振動体の左端）に設けられた振動子 5 には、超磁歪材を用いた磁歪振動子 7 が図 2（a）に示すように、途中に設けられている。磁歪振動子 7 は図示しない励磁用のコイル巻線を備え、コイル巻線が配線 8 を介して共通の電源としての交流電源 9 に接続されている。各振動体 2 a, 2 b の振動系のインピーダンスを調整可能とするため、各振動子 5 には調整手段 1 0 が設けられている。磁歪振動子 7 及び調整手段 1 0 は、振動子 5 を構成する金属ブロック 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c 間に、図示しないボルトによって締め付け固定されている。ボルトは金属ブロック 1 1 a に形成された図示しないねじ穴に、金属ブロック 1 1 c 側から螺合されている。

【 0 0 1 9 】

調整手段 1 0 は、金属ブロック 1 1 a, 1 1 b 間に設けられ、電極板 1 3 を挟持した一对のピエゾ素子 1 2 a, 1 2 b と、電極板 1 3 とピエゾ素子 1 2 a との間に接続された外部インピーダンス 1 4 とを備えている。外部インピーダンス 1 4 はインピーダンスの値が変更可能に構成されている。

【 0 0 2 0 】

振動体 2 a, 2 b の他端に設けられたエネルギー変換用の振動子 6 には所謂ランジュバン形振動子が使用され、図 2 (b) に示すように、一对のリング状のピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b と、ピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b 間に配置されたリング状の電極板 1 6 とを備えている。また、振動子 6 にも前記と同様な調整手段 1 0 が設けられている。そして、調整手段 1 0 が金属ブロック 1 1 a, 1 1 b 間に設けられ、ピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b が金属ブロック 1 1 b, 1 1 c 間に挟持された状態で、図示しないボルトによって締め付け固定されて振動子 6 が構成されている。ピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b は、抵抗 R 及びコイル L からなるエネルギー変換手段としての負荷回路 1 7 にそれぞれ接続されている。

【 0 0 2 1 】

次に前記のように構成された装置の作用を説明する。

交流電源 9 から各磁歪振動子 7 に所定の周波数（例えば、2 0 k H z 前後）の交流が供給されると振動子 5 が励振され、ホーン 4 a が縦振動してホーン 4 a を介して振動体 2 a, 2 b が励振されて撓み振動を行う。振動体 2 a, 2 b から放射される音波の放射圧によって、物体 3 は振動体 2 a, 2 b の表面から浮揚する。浮揚距離は例えば数 1 0 ～数 1 0 0 μ m である。

【 0 0 2 2 】

振動体 2 a, 2 b の振動は負荷回路 1 7 に接続された振動子 6 に伝達され、振動子 6 を構成するピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b により、機械エネルギーである振動のエネルギーが電気エネルギーに変換される。この電気エネルギーが負荷回路 1 7 の抵抗 R でジュール熱に変換されて放散される。そのため、各振動体 2 a, 2 b に生じる振動の波が一方向へ進む進行波（この実施の形態ではホーン 4 a 側からホーン 4 b 側へ進む進行波）となり、物体 3 は振動体 2 a, 2 b の一端側から他端側へ浮揚状態で搬送される。搬送の停止は振動子 5 への交流電源 9 からの電力供給を停止することにより行われる。

【 0 0 2 3 】

物体浮揚搬送装置 1 は 2 個の振動体 2 a, 2 b から発生する進行波により物体 3 を搬送するため、両振動体 2 a, 2 b から発生する進行波の位相及び振幅が同

等でないと、安定した浮揚状態で物体 3 を搬送することは難しい。電源を共通にすることで、位相は同じになる。

【 0 0 2 4 】

圧電素子を使用した振動子では、振動体を必要な強さ（振幅）で振動させるには共振周波数で振動子を励振させる必要があるが、超磁歪材を使用した振動子では、供給される電流量にほぼ比例して振動が大きくなる。従って、必ずしも両振動系の共振周波数が同じに設定されていなくても、共通の電源（交流電源 9）から磁歪振動子 7 に大きな電流量を供給することにより、両振動体 2 a, 2 b が必要な強さで振動される。

【 0 0 2 5 】

両振動系の共振周波数が同じであれば、その共振周波数で磁歪振動子 7 に交流を供給すれば、少ない電力で必要な励振を行うことができる。従って、物体浮揚搬送装置 1 の組立時あるいは使用前に、各振動子 5, 6 に設けられた調整手段 1 0 を調整して両振動系のインピーダンスが同じになるように、各調整手段 1 0 の外部インピーダンス 1 4 が調整される。

【 0 0 2 6 】

この実施の形態では以下の効果を有する。

(1) 振動体 2 a, 2 b の励振手段を構成する振動子 5 に超磁歪材を使用した磁歪振動子 7 を使用するとともに、複数の振動子 5 の電源を共通にした。従って、圧電素子を使用した振動子の場合と異なり、複数の振動系で部品の製造及び組み付けの誤差により、両振動系の共振周波数を同じでなくても、各振動体 2 a, 2 b を物体 3 が安定した浮揚状態となるほぼ同じ強さで振動させることができる。

【 0 0 2 7 】

(2) 各振動体 2 a, 2 b を励振させる励振手段には、振動体 2 a, 2 b を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための調整手段 1 0 が設けられている。従って、調整手段 1 0 の調整により各振動系の共振周波数を同じに調整できるため、物体 3 の浮揚をより安定させることができる。

【 0 0 2 8 】

(3) 各振動体 2 a, 2 b は長尺の平板状に形成されるとともに互いに平行に配置され、励振手段は各振動体 2 a, 2 b から進行波が発生するように構成されている。従って、物体 3 を浮揚させる作用と、物体 3 を移動させる作用とが振動体 2 a, 2 b の振動により行われ、物体 3 を浮揚状態で搬送する構成が簡単になる。

【0029】

(4) 各振動体 2 a, 2 b の両端に設けられた各振動子 5, 6 にそれぞれ調整手段 10 が設けられているため、両振動系を同じ共振周波数に調整する作業が容易になる。

【0030】

(5) 調整手段 10 が piezo 素子 12 a, 12 b と外部インピーダンス 14 との組合せで構成されているため、質量の異なる質量体を複数準備しておき、質量体を振動子 5, 6 に螺着させて共振周波数の調整を行う構成に比較して、共振周波数の調整作業が容易になる。

【0031】

(第2の実施の形態)

次に第2の実施の形態を図3及び図4に従って説明する。この実施の形態では定在波を発生する複数の振動体で物体3を所定位置に浮揚状態で保持する点と、振動体を励振させる振動子に圧電素子を使用する点が前記実施の形態と大きく異なっている。なお、前記実施の形態と同一部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

【0032】

図3は物体浮揚装置18の模式平面図であり、図3は物体浮揚装置18が装備された台車の側面図である。図3に示すように、物体浮揚装置18は矩形板状に形成された複数（この実施の形態では5個）の振動体19 a, 19 bを備えている。各振動体19 a, 19 bは同じ大きさに形成されている。4個の振動体19 aは矩形板状の物体3（鎖線で図示）の四隅と対応する位置に配設され、1個の振動体19 bは4個の振動体19 aから等距離の位置に配設されている。各振動体19 a, 19 bには励振手段を構成するホーン20が、その先端において図示

しないネジにより締結されている。ホーン 2 0 はほぼ円柱状に形成され、各振動体 1 9 a, 1 9 b の中央に位置するように取付けられている。

【 0 0 3 3 】

各ホーン 2 0 は振動体 1 9 a, 1 9 b が締結される面の反対側の面において振動子 2 1 に固定されている。ホーン 2 0 の先端面は振動子 6 の軸方向と直交する平面に形成され、ホーン 2 0 及び振動子 2 1 の中心軸が一直線上に位置するように連結されている。

【 0 0 3 4 】

振動子 2 1 にはランジュバン形振動子が使用され、前記実施の形態の磁歪振動子 7 に代えて、一对のリング状のピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b と、ピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b 間に配置されたリング状の電極板 1 6 とが設けられている。各振動子 2 1 は、共通の電源としての発振器 2 2 に接続されている。図 4 に示すように、電極板 1 6 は配線 2 3 a を介して発振器 2 2 と接続され、発振器 2 2 の接地端子が配線 2 3 b を介して金属ブロック 1 1 c に接続されている。ホーン 2 0、振動子 2 1、発振器 2 2 により各振動体 1 9 a, 1 9 b を励振させる励振手段が構成されている。

【 0 0 3 5 】

図 4 に示すように、物体浮揚装置 1 8 は台車 2 4 上に支持ブラケット 2 5 を介して取り付けられている。各振動子 2 1 は各振動体 1 9 a, 1 9 b が所定の角度 θ 又は水平となるように支持ブラケット 2 5 に固定されている。

【 0 0 3 6 】

この実施の形態では、物体浮揚装置 1 8 は搬送すべき板状の物体 3 を浮揚状態に保持しつつ台車 2 4 の移動により目的位置まで搬送される。物体 3 はエッジ 3 a が各振動体 1 9 a の外側のエッジに揃うように各振動体 1 9 a, 1 9 b 上に載置され、その状態で発振器 2 2 の駆動により、振動子 2 1 が所定の共振周波数（例えば、2 0 k H z 前後）で励振される。そして、各振動体 1 9 a, 1 9 b から定在波が発生し、物体 3 が所定の位置で浮揚状態に保持される。

【 0 0 3 7 】

この実施の形態では次の効果を有する。

(6) 各振動体 19 a, 19 b はそれぞれ圧電素子 (ピエゾ素子 15 a, 15 b) を使用した振動子 21 によって励振されるが、各振動子 21 に調整手段 10 が設けられているため、調整手段 10 を調整して各振動系の共振周波数を同じに調整できる。従って、両振動系が部品の製造及び組み付けの誤差により同一に構成されていなくても、両振動系の共振周波数を同じに調整して、共通の発振器 22 で励振させることにより、各振動体 19 a, 19 b を物体 3 が安定した浮揚状態となるほぼ同じ強さで振動させることができる。

【0038】

(7) 各振動体 19 a, 19 b は定在波を発生させるように振動されるため、進行波を発生する構成に比較して構造が簡単になる。

(8) 物体浮揚装置 18 は台車 24 上に装備されている。従って、台車 24 の移動により、物体 3 を浮揚状態で所定の位置まで搬送する経路の自由度が大きくなる。

【0039】

(9) 物体 3 の四隅と対応する位置に配置される振動体 19 a を水平面に対して所定角度 θ 傾斜した状態に配設しているため、各振動体 19 a を水平に配置した場合より、物体 3 を所定位置に保持する効果が向上する。

【0040】

(10) 浮揚すべき物体 3 は底面がフラットで、直線状のエッジ 3 a を有し、振動体 19 a は物体 3 を浮揚状態で保持する際、その外側のエッジが物体 3 の直線状のエッジ 3 a の近傍で該エッジ 3 a に沿って延びるように配置されている。従って、物体 3 を所定位置により安定した状態で保持できる。

【0041】

実施の形態は前記に限定されるものではなく、例えば次のように構成してもよい。

○ 物体浮揚搬送装置 1 において、搬送経路が長い場合は、所定長さの振動体 2 a, 2 b を搬送方向に、複数組配置した構成としてもよい。この場合、各振動子 5 を共通の交流電源に接続してもよい。また、搬送すべき物体 3 の幅が広い場合は、振動体 2 a, 2 b を 3 個以上平行に配置してもよい。

【 0 0 4 2 】

○ 前記両実施の形態では、励振用の振動子 5, 21 を共通の電源に対して並列に接続したが、電源に対して直列に接続してもよい。例えば、第 1 の実施の形態において、図 5 (a) に示すように、磁歪振動子 7 の励磁用コイル 26 を交流電源 9 に直列に接続したり、エネルギー変換側の振動子 6 の圧電素子 27 (ピエゾ素子 12 a, 12 b) に接続する負荷回路 17 を共用してもよい。なお、図 5 (a) では、振動子 5, 6 がそれぞれ 3 個の場合を示している。また、振動子に圧電素子を使用した場合は、図 5 (b) に示すように、圧電素子 28 (ピエゾ素子 15 a, 15 b) を発振器 22 に直列に接続する。

【 0 0 4 3 】

○ 第 1 の実施の形態のように振動子 5 に超磁歪材を使用する場合、調整手段 10 は必ずしも無くてもよい。

○ 調整手段 10 を設ける場合、調整手段 10 を各振動系に設ける構成に限らず、一つの振動系には調整手段を設けず、残りの振動系に調整手段を設ける構成としてもよい。この場合、調整手段の数が少なくなり、コストが低減される。

【 0 0 4 4 】

○ 進行波を発生する構成の物体浮揚搬送装置 1 において、励振側の振動子 5 及びエネルギー変換側の振動子 6 の両方に調整手段 10 を設ける代わりに、いずれか一方のみに設けてもよい。この場合も調整手段 10 の数を少なくでき、製造コストを低減できる。

【 0 0 4 5 】

○ 進行波を発生する構成の物体浮揚搬送装置 1 において、超磁歪材を使用した磁歪振動子 7 に代えて、圧電素子を使用した振動子を使用してもよい。また、定在波を発生させる構成の物体浮揚装置において、圧電素子を使用した振動子に代えて、超磁歪材を使用した磁歪振動子を使用してもよい。

【 0 0 4 6 】

○ 長尺の振動体 2 a, 2 b に定在波を発生させるように構成し、浮揚した物体に空気を噴射して物体を移動させる構成としてもよい。

○ 物体浮揚装置 18 を台車 24 上に装備する代わりに、物体浮揚装置 18 を

ベルトコンベア等に取り付けて移動させる構成としてもよい。

【0047】

○ ホーン20の形状は円柱状に限らず、扁平な直方体状や円錐台状等先端側が細くなった形状としてもよい。

○ 矩形状の物体3を所定位置に浮揚保持する物体浮揚装置18において、各振動体19a, 19bの配設位置は、物体3の四隅と対応する位置に限らず、各辺の中央と対応する位置に配置してもよい。また、振動体19a, 19bの数は5個に限らず、中央に配置される振動体19bを省略して4個としたり、物体3の大きさにより2個又は3個としたり6個以上とする等適宜変更し、配置位置も適宜変更してもよい。

【0048】

○ 浮揚保持する物体3の形状は矩形等の四角形に限らず、三角形や他の多角形あるいは円形等任意の形状としてよい。

○ 各振動体19a, 19b等のエッジの一部が物体3のエッジ3aと対応せず、物体3がエッジからはみ出す大きさのものに適用してもよい。

【0049】

○ 振動体2a, 2b, 19a, 19bのホーン4a, 4b, 20への固定はネジによる締結に限らず、接着剤を使用したり、ロウ付けや溶接で固着してもよい。

【0050】

前記実施の形態から把握される請求項記載以外の発明（技術思想）について、以下に記載する。

(1) 請求項2～請求項5のいずれか一項に記載の発明において、前記調整手段は、振動子に設けられた電圧が供給されないピエゾ素子と、該ピエゾ素子に接続されインピーダンスが可変の外部インピーダンスとを備えている。

【0051】

【発明の効果】

以上詳述したように、請求項1～請求項5に記載の発明によれば、複数の振動系を使用して物体を浮揚させる際に、振動子の電源を共通にしても物体を安定し

た状態で浮揚させることができる。その結果、電源の数を減らせ、電源の設置スペースを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態の物体浮揚搬送装置の概略斜視図。

【図 2】 (a) は励振側の振動子の模式正面図、(b) はエネルギー変換側の振動子の模式正面図。

【図 3】 第 2 の実施の形態の物体浮揚装置の模式平面図。

【図 4】 台車に装備された物体浮揚装置の概略正面図。

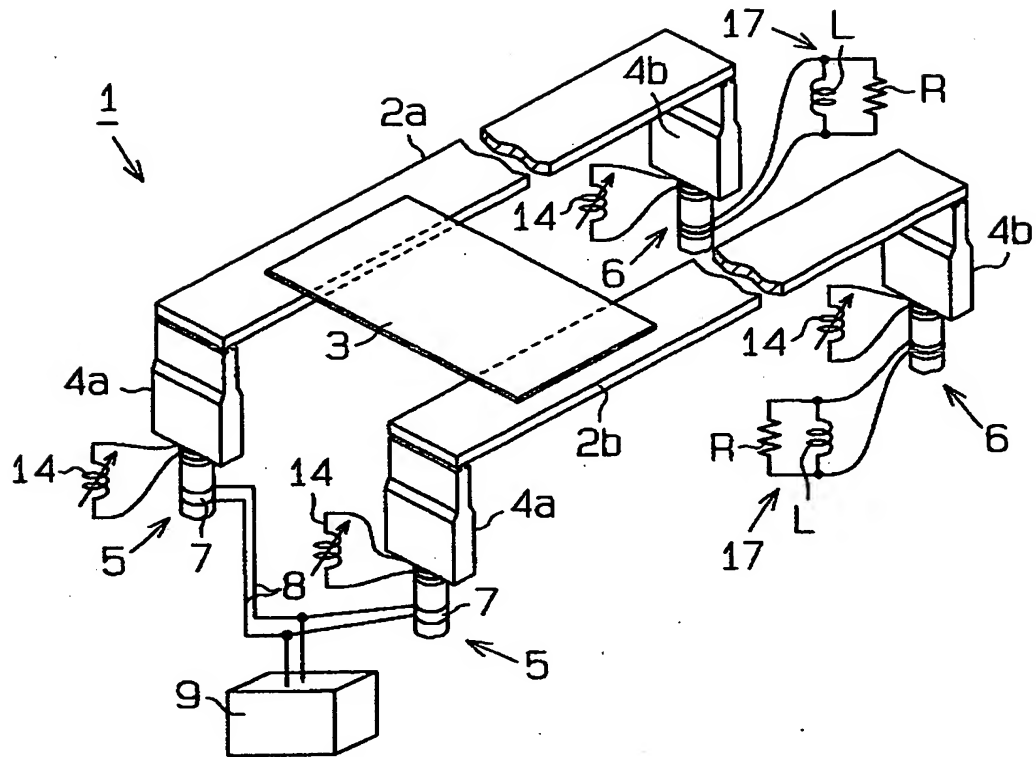
【図 5】 別の実施の形態の振動子の接続状態を示す模式図。

【符号の説明】

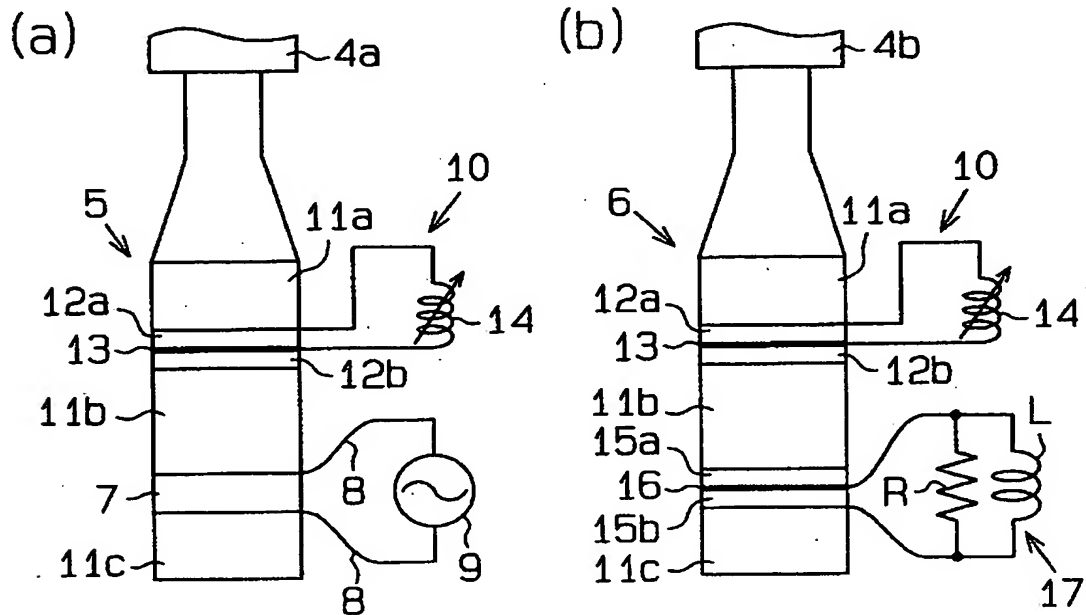
1 … 物体浮揚装置としての物体浮揚搬送装置、2 a, 2 b, 19 a, 19 b … 振動体、3 … 物体、4 a, 20 … 励振手段を構成するホーン、5, 6, 21 … 同じく振動子、7 … 磁歪振動子、9 … 電源としての交流電源、10 … 調整手段、18 … 物体浮揚装置、22 … 電源としての発振器。

【書類名】 図面

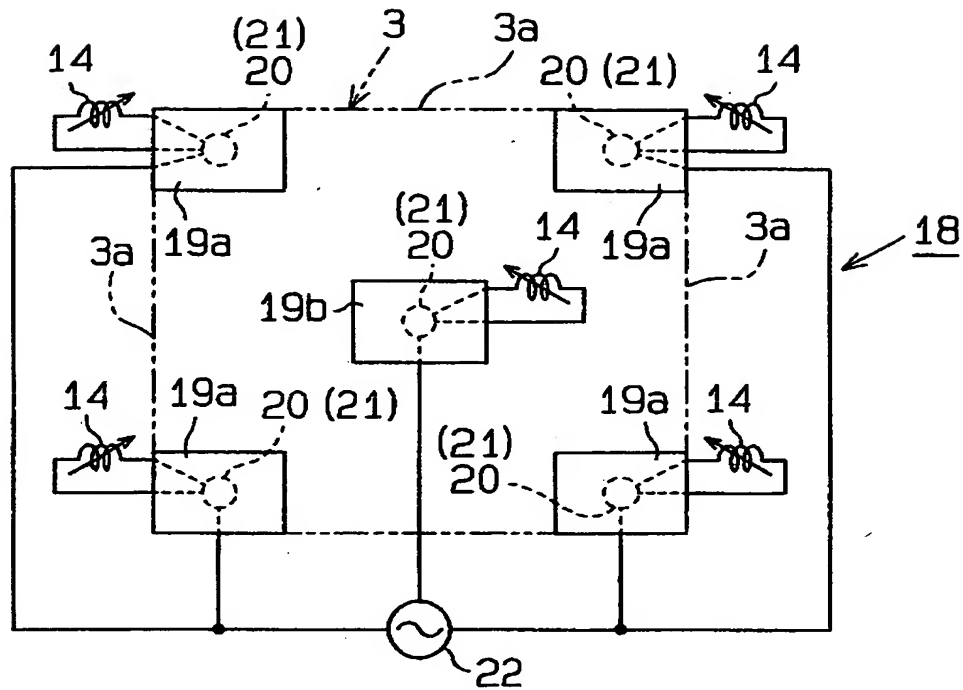
【図 1】



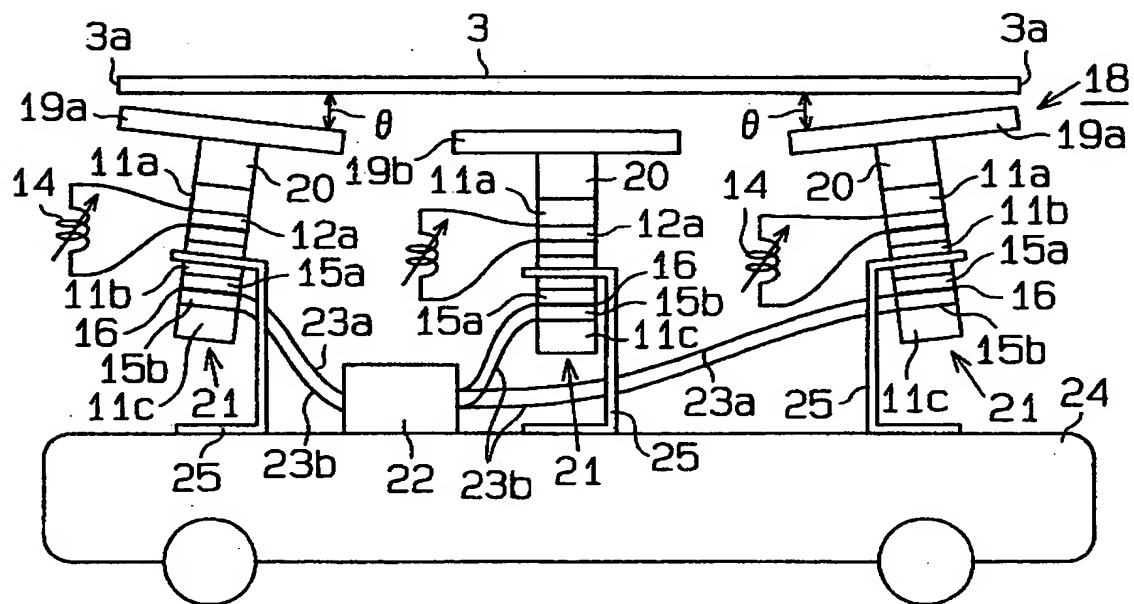
【図 2】



【図 3】

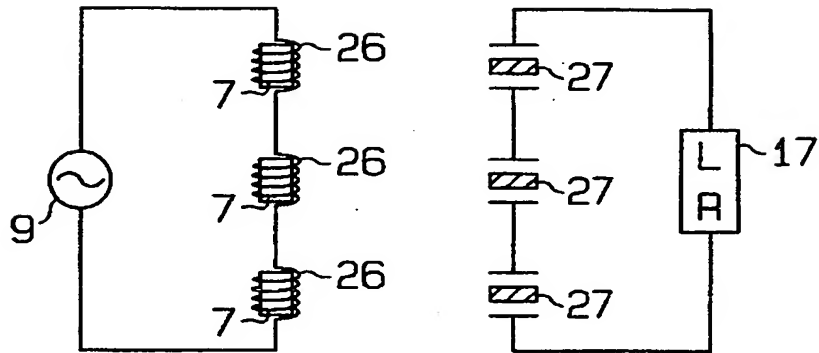


【図4】

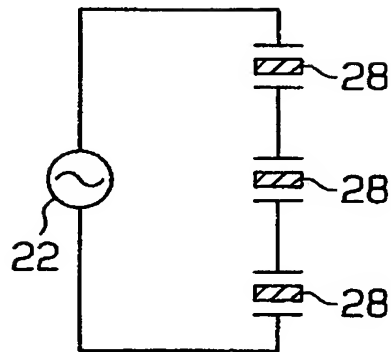


【図 5】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の振動系を使用して物体を浮揚させる際に、振動子の電源を共通にしても物体を安定した状態で浮揚させることを可能にする。

【解決手段】 物体浮揚搬送装置 1 は平行に配設された 2 個の長尺の振動体 2 a, 2 b を備えている。振動体 2 a, 2 b の一端に締結された各ホーン 4 a は、超磁歪材を用いた磁歪振動子 7 を使用した励振用の振動子 5 に固定されている。振動体 2 a, 2 b の他端に締結された各ホーン 4 b はエネルギー変換用の振動子 6 に固定されている。各振動子 5 は共通の交流電源 9 に接続されている。振動子 6 は piezo 素子を備え、piezo 素子は抵抗 R 及びコイル L からなる負荷回路 17 に接続されている。各振動子 5, 6 には振動系の共振周波数を調整するため、piezo 素子及び外部インピーダンス 14 を備えた調整手段が設けられている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003218]

1. 変更年月日 1990年 8月11日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
氏 名 株式会社豊田自動織機製作所
2. 変更年月日 2001年 8月 1日
[変更理由] 名称変更
住 所 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
氏 名 株式会社豊田自動織機